

TUGAS AKHIR
ANALISA PENGARUH *FILLER* SERBUK *ZINC* TERHADAP
SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK BEDA MATERIAL
ANTARA ALUMINIUM DAN *STAINLESS STEEL*



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

ANGGA PRATAMA

NIM : D.200.12.0158

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA PENGARUH *FILLER* SERBUK *ZINC* TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK BEDA MATERIAL ANTARA ALUMINIUM DAN *STAINLESS STEEL*”** yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 September 2017

Yang menyatakan



ANGGA PRATAMA

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini berjudul “**ANALISA PENGARUH *FILLER* SERBUK ZINC TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK BEDA MATERIAL ANTARA ALUMINIUM DAN *STAINLESS STEEL*”** telah disetujui oleh Pembimbing untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat Sarjana (Strata 1) Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **ANGGA PRATAMA**

NIM : **D.200.12.0158**

Disetujui pada

Hari : **Senin**

Tanggal : **18 September 2017**

Pembimbing Utama



(**M. Alfatih Hendrawan, S.T., M.T.**)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini berjudul “ANALISA PENGARUH *FILLER* SERBUK *ZINC* TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK BEDA MATERIAL ANTARA ALUMINIUM DAN *STAINLESS STEEL*”, telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **ANGGA PRATAMA**

NIM : **D.200.12.0158**

Disetujui pada

Hari : Sabtu




Tanggal : 28 Oktober 2017

Tim Penguji

Ketua : **M. Alfatih Hendrawan, S.T., M.T.**

Anggota 1 : **Dr. Agus Dwi Anggono**


Anggota 2 : **Patna Partono, S.T., M.T.**

()
()
()

Mengetahui,


Dekan

(**Ir. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D**)

Ketua Jurusan

(**Ir. Subroto, M.T.**)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 08 - 09 - 2016
dengan ini:

Nama : M. Alfatih Hendrawan ST, MT

Pangkat/Jabatan :

Kedudukan : Pembimbing Utama

memberikan Soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa:

Nama : Angga Pratama

Nomor Induk : D200120158

NIRM : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin

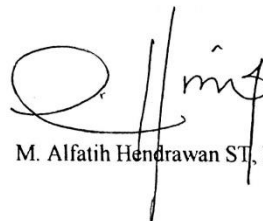
Judul/Topik : Analisa Pengaruh *Filler* Serbuk *Zinc* Terhadap Sifat Mekanik Sambungan
Las Titik Beda Material Antara Aluminium dan *Stainless Steel*

Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 3/3/2017 ,

Pembimbing



M. Alfatih Hendrawan ST, MT

Keterangan

**) Coret salah satu*

1. Warna biru untuk Kajur

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk Mahasiswa

MOTTO

“ Sesungguhnya allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa-apa yang ada pada diri mereka”
(Ar-ra’d : 11)

“Tidak ada proses yang instan, karena sukses butuh perjuangan”
(Penulis)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”
(Q.S Al – Insyiroh : 6)

“Hai orang – orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar”
(Al-Baqarah : 153)

“Sebuah hasil tidak akan pernah mengkhianati prosesnya”
(Penulis)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh harap ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah, Saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

Kedua orang tuaku yang aku sayangi, cintai dan hormati, yang telah memberikan doa dan semangat selama menempuh pendidikan. Semoga Allah SWT membalas kemuliaan yang luar biasa kepadamu atasku.

Adikku tercinta, para sahabat satu angkatan, pembimbing, keluarga besarku dan almamaterku.

.

ANALISA PENGARUH *FILLER* SERBUK *ZINC* TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK BEDA MATERIAL ANTARA ALUMINIUM DAN *STAINLESS STEEL*

Angga Pratama, Muh Alfatih Hendrawan

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, kartasura

E-mail : apratzamaa@gmail.com

ABSTRAK

Dalam mendesain sebuah kendaraan banyak hal yang harus dipertimbangkan, salah satunya adalah material yang digunakan. Jenis material yang digunakan akan mempengaruhi berat dari kendaraan yang berdampak pada efisiensi konsumsi bahan bakar. *Stainless steel* dan aluminium adalah material yang tidak bisa lepas dalam industri otomotif. *Spot welding* merupakan salah satu metode pengelasan resistansi listrik yang sering digunakan pada industri otomotif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan sambungan las titik antara aluminium dan austenite stainless steel. Kemudian prosesnya akan diselidiki dalam beberapa variasi arus yaitu 6000 A, 7000 A, 8000 A dan waktu pengelasan yaitu 0.2 detik, 0.3 detik, 0.4 detik. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian geser (*shear tension test*) menggunakan standar pengujian ASME QW-462.9 dan pengujian kekerasan *Vickers microhardness* menggunakan standar AWS D8.9-97. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *filler* serbuk *zinc* berpengaruh terhadap kekuatan sambungan las. Untuk kekuatan sambungan las yang paling optimal terjadi pada spesimen dengan *filler* serbuk *zinc* pada variasi arus 8000 A dan waktu 0,4 detik dengan nilai sebesar 1150 N. Sedangkan untuk nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah logam las (nugget) pada spesimen menggunakan *filler* serbuk *zinc* dengan arus 8000 A dan waktu 0,4 detik.

Kata Kunci : *las titik, logam tak sejenis, uji geser, uji kekerasan*

ABSTRACT

In designing a vehicle to be considered many things, one of which is a material that used. The type of material used will influence the weight of the vehicles that have an impact on the efficiency of fuel consumption. Stainless steel and aluminum is a material which could not be separated in the automotive industry. Spot welding is one of the electrical resistance welding methods that are often used in the automotive industry. This research aims to know the strength spot welded joint between aluminum and austenitic stainless steel. Then the process will be investigated in several variant of current is 6000 A, 7000 A, 8000A and weld time is 0.2 seconds, 0.3 seconds, 0.4 seconds. There are two test which be carried out, shear tension test based on ASME QW-462.9 and microhardness test based on AWS D8.9-97. The results showed that the addition of zinc powder filler as interlayer had an effect on the strength of welded joint. The most optimal welded joint strength occurs in specimens as zinc powder filler at a current variation of 8000 A and a time of 0.4 seconds, its value is 1150 N. While the highest hardness is found in the area of weld metal (nugget) on specimens based on zinc powder filler as a current of 8000 A and time of 0.4 seconds.

Keywords : *spot welding, dissimilar material, shear test, hardness test*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan. Tugas akhir berjudul **“ANALISA PENGARUH FILLER SERBUK ZINC TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK BEDA MATERIAL ANTARA ALUMINIUM DAN STAINLESS STEEL”** dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini saya selaku penulis dengan segala hormat dan ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono MT. Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak M. Alfatih Hendrawan, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT. selaku Pembimbing Akademik.
5. Bapak Saiful dan Ibu Rini tercinta selaku orang tua saya yang senantiasa selalu mencintai, menyayangi, memberikan dukungan, menenangkan hati dan mendo'akan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Staff Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin dan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang membantu kelancaran Tugas Akhir ini.
7. Kepada rekan satu team Deni Prakoso, yang selalu membantu, memberi solusi dan bersama-sama dalam menyelesaikan proses Tugas Akhir sampai selesai.
8. Teman angkatan 2012 Teknik Mesin yang banyak memberikan motivasi dan semangat bagi penulis.

9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan terima kasih atas dukungannya.

Semoga Allah melimpahkan Rahmat dan Kasih SayangNya atas segala kebaikan yang telah dikerjakan. Penulis menyadari tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan wawasan dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengharapkan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat pada semua pihak dan sebagai amalan yang tidak terputus.

Surakarta, 18 September 2017



Angga Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR NOTASI	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan teori.....	12
2.2.1. Las titik (<i>Spot Welding</i>).....	12

2.2.2. Baja Tahan Karat	17
2.2.3. Aluminium.....	22
2.2.4. <i>Zinc</i> (Zn)	26
2.2.5. Pengujian Tegangan Geser.....	28
2.2.6. Pengujian Kekerasan	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian	34
3.2 Bahan Penelitian	35
3.2.1 Baja Tahan Karat.....	35
3.2.2 Aluminium.....	36
3.2.3 Seng (Zn).....	37
3.3 Alat Penelitian	37
3.3.1 Mesin Las Titik.....	37
3.3.2 Alat Uji Tegangan Geser.....	39
3.3.3 Alat Uji Kekerasan	40
3.3.4 Alat Bantu Pengujian	41
3.4 Sampel.....	46
3.5 Lokasi Penelitian	47
3.6 Prosedur Penelitian.....	47
3.6.1 Studi Pustaka	47
3.6.2 Studi Lapangan	48
3.6.3 Persiapan Material.....	48
3.6.4 Pemotongan Spesimen Uji	48

3.6.5	Proses Pengelasan	50
3.6.6	Proses Pengujian Tegangan Geser.....	51
3.6.7	Proses Pengujian Kekerasan	52
3.7	Rancangan Analisis Data.....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Pengujian Tegangan Geser	54
4.2	Pembahasan Pengujian Geser	59
4.3	Hasil Pengujian Kekerasan	65
4.4	Pembahasan Pengujian Kekerasan	69
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan antara arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan geser	7
Gambar 2.2	Hubungan antara ketebalan 4047 AlSi12 sebagai <i>filler</i> terhadap kekuatan tarik dan geser.....	8
Gambar 2.3	Pengaruh energi pengelasan pada beban maksimal pengujian tarik-geser dan tipe kegagalan sambungan las USW	10
Gambar 2.4	Nilai kekerasan sambungan beda material	11
Gambar 2.5	Skema hambatan listrik pada proses las titik antara material baja dan aluminium.....	15
Gambar 2.6	<i>Welding process and welding time</i>	16
Gambar 2.7	Diagram <i>Scaeffler</i>	19
Gambar 2.8	Ukuran spesimen.....	29
Gambar 2.9	Macam indentor kekerasan	30
Gambar 2.10	Indentasi <i>Vickers</i> dan pengukuran diagonal cetakan	32
Gambar 2.11	Standar pengujian kekerasan	33
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 3.2	Pelat baja tahan karat tipe austenite seri 201	36
Gambar 3.3	Pelat aluminium tanpa lubang lokator	36
Gambar 3.4	Pelat aluminium dengan lubang lokator	36
Gambar 3.5	Serbuk seng (Zn)	37

Gambar 3.6	Mesin las titik	39
Gambar 3.7	Mesin uji geser	40
Gambar 3.8	Alat uji kekerasan <i>Vickers microhardness</i>	41
Gambar 3.9	Mistar dan spidol permanen	42
Gambar 3.10	Mesin potong.....	42
Gambar 3.11	Amplas	43
Gambar 3.12	Sarung tangan.....	43
Gambar 3.13	Tang dan gergaji besi.....	43
Gambar 3.14	<i>Stopwatch</i>	44
Gambar 3.15	Jangka sorong	44
Gambar 3.16	Kikir	44
Gambar 3.17	Ragum	45
Gambar 3.18	Cetakan kaca	45
Gambar 3.19	Resin dan katalis.....	45
Gambar 3.20	Autosol dan kain bludru.....	46
Gambar 3.21	Spesimen uji tegangan geser.....	46
Gambar 3.22	Spesimen uji kekerasan	47
Gambar 3.23	Ukuran spesimen standard ASME QW-462.9	49
Gambar 4.1	Grafik pengaruh arus listrik terhadap kekuatan geser sambungan las spesimen tanpa lokator	55
Gambar 4.2	Grafik pengaruh arus listrik terhadap kekuatan geser sambungan las spesimen dengan lokator	55
Gambar 4.3	Grafik pengaruh waktu pengelasan terhadap	

	kekuatan geser sambungan las spesimen tanpa lokator	57
Gambar 4.4	Grafik pengaruh waktu pengelasan terhadap kekuatan geser sambungan las spesimen dengan lokator	57
Gambar 4.5	Grafik pengaruh penambahan <i>filler</i> serbuk <i>zinc</i> terhadap lebar logam las	60
Gambar 4.6	<i>Interfacial failure</i> dan <i>pull out failure</i>	63
Gambar 4.7	Pola kegagalan uji geser sambungan	63
Gambar 4.8	Arah pembebanan dan mekanisme kegagalan	63
Gambar 4.9	Grafik distribusi profil kekerasan pada arus 6000 A..	66
Gambar 4.10	Grafik distribusi profil kekerasan pada arus 7000 A..	66
Gambar 4.11	Grafik distribusi profil kekerasan pada arus 8000 A..	66
Gambar 4.12	Grafik distribusi profil kekerasan pada <i>weld</i> <i>time</i> 0,2 detik	67
Gambar 4.13	Grafik distribusi profil kekerasan pada <i>weld</i> <i>time</i> 0,3 detik	67
Gambar 4.14	Grafik distribusi profil kekerasan pada <i>weld</i> <i>time</i> 0,4 detik	67
Gambar 4.15	Perbandingan foto mikro pada daerah logam las	70
Gambar 4.16	Diagram <i>Shaeffler</i>	71

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data pengujian tegangan geser	49
Tabel 3.2	Data pengujian kekerasan <i>vickers</i>	50
Tabel 4.1	Hasil pengujian statik kekuatan geser.....	58
Tabel 4.2	Nilai kekerasan daerah las pada parameter 6000 A	68
Tabel 4.3	Nilai kekerasan daerah las pada parameter 7000 A	68
Tabel 4.4	Nilai kekerasan daerah las pada parameter 8000 A	69

DAFTAR NOTASI

H	= Total <i>Heat Input</i> (<i>joule</i>)
I	= Arus Listrik (<i>Ampere</i>)
R	= Total Hambatan Listrik (<i>Ohm</i>)
t	= Waktu Pengelasan (<i>detik</i>)
τ	= Tegangan Geser (N/mm^2)
F_m	= Gaya Maksimum (<i>N</i>)
A_o	= Luas Penampang (mm^2)
HV	= Nilai Kekerasan <i>Vickers</i> (<i>HV</i>)
P	= Gaya Penekanan (<i>gf</i>)
d	= Diameter jejak rata-rata (<i>mm</i>)